

University Laboratory Fire Drill System Based on Unity3D

Shuhan Yang, Xiaojing Zheng, Fu Tang, Zhanfeng Yan

College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou
Email: 1147484450@qq.com

Received: Apr. 4th, 2019; accepted: Apr. 12th, 2019; published: Apr. 19th, 2019

Abstract

Fire safety accident in university laboratory is one of the accidents that causes great economic loss and talent loss in recent years. Most of the traditional fire safety education methods are video education, safety information sessions and field drill. However, the traditional fire safety education method can hardly make people alert to laboratory safety accidents and cost a lot of resources. This paper proposes to build a laboratory model with 3dMax and design a safety accident scene with Unity3D engine to establish a fire drill system in university laboratory. The whole system is divided into two roles: students and firefighters. Students have human-computer interaction through the emergency measures button triggered in the system to earn basic laboratory safety knowledge. Firefighters can see through the system to clearly understand the laboratory risks and master the best rescue route. The system can simulate the dangerous scenes in the laboratory through 3D simulation, which enhances the user's sense of experience and improves the safety education effect.

Keywords

Virtual Reality, Unity3D, Laboratory Fire, Scene Interaction

基于Unity3D的高校实验室消防演练系统

杨舒涵, 郑晓静, 唐 富, 鄢展锋

贵州大学大数据与信息工程学院, 贵州 贵阳
Email: 1147484450@qq.com

收稿日期: 2019年4月4日; 录用日期: 2019年4月12日; 发布日期: 2019年4月19日

摘 要

高校实验室消防安全事故是近年来造成社会重大经济损失和人才损失的事故之一。传统的消防安全教育

方式大部分以视频教育、安全宣讲会、实地演练等方式为主。然而,这种传统的消防安全教育方式很难让人们提高对实验室安全事故的警惕并且耗费巨大的人力物力。本文提出以3dMax进行实验室模型搭建,使用Unity3D引擎设计安全事故场景,从而建立高校实验室消防演练系统。整个系统分为两个角色:学生,消防员。学生可通过系统中触发的应急措施按钮进行人机交互从而学习到基本的实验室安全知识。消防员可通过查看系统清楚地了解到实验室险情以及掌握最佳的救援路径。系统能够通过3D仿真模拟实验室发生危险的场景,增强用户的体验感,提高安全教育效果。

关键词

虚拟现实, Unity3D, 实验室消防, 场景交互

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,大学实验室危险事故频繁发生,引起社会关注。近十年来,高校化学实验室爆燃事故发生十余起,涉及多名人员伤亡。如果把范围扩大到更多的理工类学科领域以及那些未被媒体曝光的事件,这些数字恐会令人震惊。例如,2015年4月5日,中国矿业大学实验室发生爆炸事件,造成1死4伤;2018年11月11日,江苏某高校实验室发生了爆炸,致使多名师生受伤;2018年12月26日,北京交通大学实验室发生爆炸,造成伤亡以及重大财产损失[1]。

频繁发生的实验室危险事故反映出一定的社会问题,究其根本可以归结为以下几类:一是实验室设备老化,危险物品摆放杂乱;二是人为操作不当。经研究发现,实验室事故可分为爆炸,火灾,中毒三大主要类型,其中违反操作流程,操作不当,不慎操作等人为因素所造成的危险事故高达88%。三是学生安全意识薄弱。在面临险情时,学生缺乏基本的实验室应急知识,从而无法做出相应的应急措施。

本文以Unity3D引擎为场景开发工具,利用3dMax进行校园实验室模型建立,采用虚拟现实技术模拟仿真实验室发生险情的场景。用户可以与虚拟的危险场景进行交互,体验到逼真、深度沉浸[2][3]、交互性强的实验室消防险情场景,从而学习相关实验室消防知识,让其在实践中运用所学的安全逃生知识,避免面对险情时逃生能力差等问题。

2. 系统开发软件

2.1. 场景搭建软件 3dMax

本系统利用3dMax对系统实验室场景进行模型的搭建。3dMax是Discreet公司开发的基于PC系统的三维动画渲染和制作软件,具有强大的角色动画制作能力,其可堆叠的建模步骤,也使制作模型有非常大的灵活性[4]。本文使用3dMax对高校实验室大楼,化学实验室,物理实验室以及相关消防设备等静态实体模型进行搭建。同时,利用AutoCAD对不规则的模型进行轮廓上的修正[5],从而能让用户仅通过计算机就能沉浸在逼真的实验室场景中,能够提高用户的体验感。

2.2. 系统搭建软件 Unity3D

本系统利用Unity3D来进行搭建,Unity3D是由Unity Technologies开发的一个让用户轻松创建诸如三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画等类型互动内容的多平台的综合型游戏开发工具,是一个全面整

合的专业游戏引擎[6]。本系统利用 C#语言进行编程,设计意外的错误操作导致的灾情,及后续不同处理方式带来的不同结果,从而达到实验室消防安全知识普及的目地[7]。同时,为支援消防员营救设计智能路线推荐系统,将场景各逃生通道及距离进行数据分析处理,并利用 Dijkstra 算法,计算出最佳的救援路线。

3. 总体方案概述

整个系统如图 1 所示,分别为学生实验室灾情演练和消防员营救演练两个部分,用户通过第三人称视角可以在教学楼以及实验室内任意漫游[8]。

学生实场景演练中,以化学实验室和物理实验室为例,利用 3DMax 建立实验室模型,设计不同的应急措施交互程序。物理实验室意外灾害包括常见的电路问题(连接不当、电子设备遇水、过压损坏);生化实验室意外灾害包含化学物品意外洒落燃烧、危险试剂意外烧伤皮肤、危险气体泄漏等。学生遇到不同状况可选择不同的处理方式,可根据自己的判断选择自己处理或求助消防救援。本文主要以物理实验室电路短路着火和生化实验室危险试剂打翻为例介绍本消防演练系统。

消防员营救演练中,系统中利用 Dijkstra 算法基于实验室发生危险的具体场景,对不同险情的严重程度划分权值,从而计算出最佳的救援路线。消防员可查看系统,了解实验室险情的情况以及熟悉救援路线并模拟实施救援。

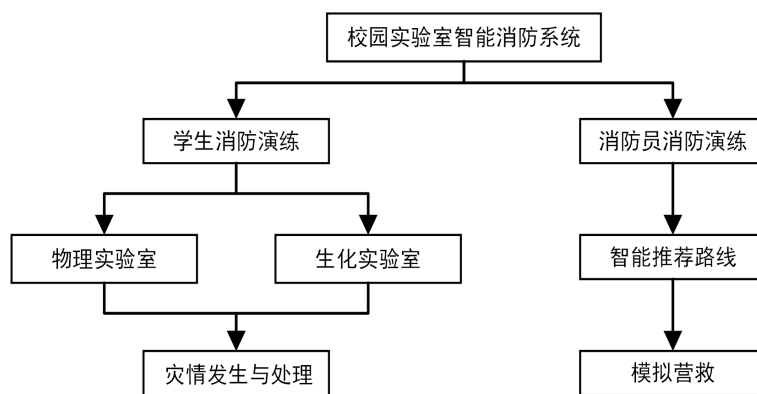


Figure 1. Campus laboratory fire drill system structure

图 1. 校园实验室消防演练系统结构

4. 系统场景介绍

4.1. 实验室场景

本系统中通过 3dMax 建立了实验室大楼外观以及内部相关实验室。其中,如图 2 所示,物理实验室配置 15 套桌椅及设备,每套桌椅配有基本的插座、电路相关实验设备、力学相关实验设备,可模拟物理实验常见突发灾害情况。如图 3 所示,生化实验室配置 12 套桌椅及设备,每套桌椅配有高校生化实验常用试剂,用于模拟生化实验室发生危险时的安全操作。用户可以在实验室中任意漫游或进行基本的实验操作,如果产生错误操作的行为,则会触发危险场景。

4.2. 危险触发场景

整个危险场景中包含了火,电路火花,烟雾,音效,水等相关粒子特效以及用户触发险情或晕倒等动画,力争确保真实还原实验室发生危险时可能发生的场景[9]。物理实验室中,如图 4 所示,学生因错误操作实验导致电路短路发生着火,场景将会产生火焰和大量浓烟。生化实验室中,如图 5 所示,学生

因操作失误导致危险试剂打翻，打翻后产生少量有毒气体。



Figure 2. Physical laboratory scene
图 2. 物理实验室场景



Figure 3. Chemical laboratory scene
图 3. 化学实验室场景图



Figure 4. Circuit fire in physical laboratory
图 4. 物理实验室电路着火情况



Figure 5. Dangerous reagents overturned in biochemistry lab
图 5. 生化实验室危险试剂打翻

4.3. 学生触发应急措施交互程序

在遇到电路着火时，当实验室发生电路火灾时，应当立即切断电源，切忌用水或者泡沫灭火器灭火。因为泡沫灭火器含有水，而水能导电，可能会导致触电等意外伤害。本系统可选择用水、泡沫灭火器及二氧化碳灭火器来灭火，选择错误则会导致触电，选择正确则正常灭火，如图 6，图 7 所示，同学正确选择了二氧化碳灭火器进行灭火。由于泡沫灭火器中含水，如果同学选择泡沫灭火器则演习失败。



Figure 6. Laboratory emergency extinguisher selection
图 6. 实验室险情灭火器选择

对于生化实验室，危险试剂的洒落以浓硫酸为例。如图 8 所示，当浓硫酸洒落在同学的手上时，同学可以选择是否用水冲洗，由于浓硫酸遇水会放出大量的热，若直接冲洗，将会带来直接的大面积烧伤。

5. 智能营救路线推荐系统

为了帮助消防员更快捷的营救被困人员以及提高人员疏散的效率，本系统基于实验室事故特征以及被困人员密度等因素，利用 Dijkstra 算法来计算营救被困人员的最佳疏散路线[10]。Dijkstra 算法是一种计算最短路径的算法，本文以消防员在大楼外的部署地点为起始点开始向事故发生点(终点)扩展，通过计



Figure 7. Student uses correct fire extinguishers to put out fire
图 7. 学生使用正确灭火器灭火



Figure 8. How to deal with concentrated sulfuric acid on the skin
图 8. 同学选择如何处理浓硫酸洒落皮肤情况

算途中每个出口或阻碍点(险情扩散点)的权值,最终得到一个最短路径,也就是消防员的最佳救援路径[11]。

本系统 Dijkstra 算法思想:

1) 由实验室大楼外的部署地点为起点,发生险情的实验室为终点,其间经过的安全楼道,火灾蔓延的窗口,烟雾弥漫的走道等为顶点,从而构成顶点集合。

2) 根据不同的险情及火灾或烟雾蔓延程度设置救援安全系数,即权值,权值由 0~10,0 代表安全,10 代表险情最严重的顶点,即不能通过的楼道或窗口,从而获得 N 阶带权图。

3) 根据 Dijkstra 算法,从起点向终点开始遍历,设置权值大于 8 的顶点为不可通过即障碍区,从而开始计算最佳救援路径即安全系数最高的路线。系统中权值越高即安全系数越低[12]。

如图 9,图 10 所示,消防员可通过本系统推荐的最佳路线的指示箭头模拟进入大楼,熟悉救援环境并组织疏散被困人员。

6. 结论

由于高校人口密集并且所进行的实验均为高级并带有安全隐患的实验,所以各大高校的实验室安全是每年社会高度重视的问题。高校学生对宿舍安全所造成的原因大都有所了解,但是对于实验室的安全操作却缺少应有的应急及逃生认知。通过本系统的虚拟仿真演练,可以让同学们通过这种直接有趣的方式切身实际地了解到基本的实验室安全常识,可以有效地降低校园灾情的发生率,保障师生人身及财产安全。

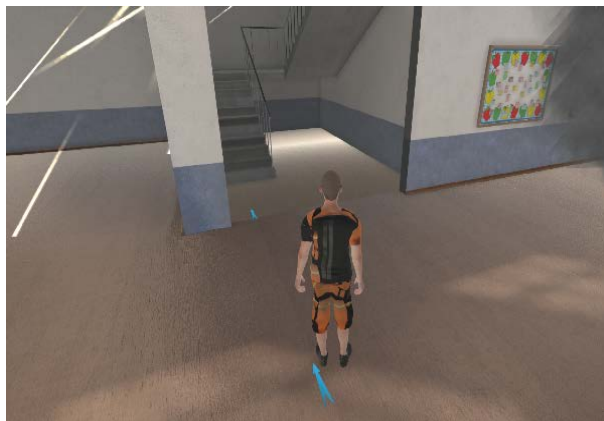


Figure 9. Followed the recommended route to the rescue
图 9. 消防员根据推荐路线进行营救



Figure 10. Firefighters organized the students to escape
图 10. 消防员组织学生逃生

从成本上来说,VR 实验室消防演练相较于传统消防演练来说,虚拟现实演练节省了大量的人力物力,不会拘于地域以及专业性的限制,减少了传统消防器材的消耗,减少了消防员进行真实模拟演练中有可能发生的意外危险事故。

从拓展上来说,由于 Unity3D、3dMax 的开放性,各大高校若根据自身校园建筑特点,制定和学校建筑结构相同的校园实验室消防演练系统,不仅有助于师生了解实验室安全操作知识,而且当灾情真正发生时,消防人员也可通过查看系统了解建筑内部结构及灾难情况,根据系统所提供的最佳救援路线实施救援。

基金项目

本项目受国家级大学生创新创业计划项目(贵大(国)创字 201710657049)资助。

参考文献

- [1] 庄立洲. 浅谈高校化学实验室爆炸事故常见原因及预防措施[J]. 科学大众(科学教育), 2016(12): 149+153.
- [2] 赵蔚, 段红. 虚拟现实软件研究[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(2): 229-233.
- [3] 林灵, 朱江, 吴疆. 提高虚拟火场临场感的研究[J]. 消防科学与技术, 2017, 36(11): 1609-1612.

- [4] 陈纪龙, 慈维涛, 袁红幸. 基于 3DMax 技术的胡杨茎生长模拟[J]. 电脑与信息技术, 2014, 22(2): 18-20.
- [5] Zhou, Z., Feng, Y., Gang, R., et al. (2011) Virtual Reality Based Process Integrated Simulation Platform in Refinery: Virtual Refinery and Its Application. *China Petroleum Processing & Petrochemical Technology*, **13**, 74-84.
- [6] 李通. 数字化游戏的动态难度调整模型建构[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2014.
- [7] Yang, K. and Jie, J. (2011) The Designing of Training Simulation System Based on Unity 3D. 2011 *International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, Shenzhen, 28-29 March 2011, 976-978. <https://doi.org/10.1109/icicta.2011.245>
- [8] 林一, 陈靖, 刘越, 王涌天. 基于心智模型的虚拟现实与增强现实混合式移动导览系统的用户体验设计[J]. 计算机学报, 2015, 38(2): 408-422.
- [9] 王昆博, 陶志清, 朱佳华, 苏鑫昊, 韩莹. VR 火灾模拟逃生仿真系统[J]. 科学技术创新, 2018(22): 64-65.
- [10] 朱宇倩. 基于 Dijkstra 算法的火灾智能疏散指示系统[C]//公共安全科学技术学会、全国高校安全科学与工程学术年会委员会、教育部安全科学与工程类专业教学指导委员会、中国职业安全健康协会、中国科学技术大学. 第 30 届全国高校安全科学与工程学术年会暨第 12 届全国安全工程领域专业学位研究生教育研讨会论文集. 公共安全科学技术学会、全国高校安全科学与工程学术年会委员会、教育部安全科学与工程类专业教学指导委员会、中国职业安全健康协会、中国科学技术大学: 中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室, 2018.
- [11] 张爱国, 邬群勇, 邓健, 栾海军, 陈润静. 室内离散格网空间 Dijkstra 最短路径算法优化[J]. 厦门理工学院学报, 2018, 26(5): 36-43+67.
- [12] 王树西, 李安渝. Dijkstra 算法中的多邻接点与多条最短路径问题[J]. 计算机科学, 2014, 41(6): 217-224.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8801, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: csa@hanspub.org